

## ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛОВОГО ВЫПУСКА В РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ<sup>1</sup>

**И. В. Наумов**

*В работе исследуются подходы к прогнозированию валового выпуска в региональной системе, анализируются основные их преимущества и недостатки. Отдельное внимание уделяется анализу возможностей использования производственной функции Кобба — Дугласа для прогнозирования приоритетных направлений экономической деятельности предприятий в регионе. Представлен методический подход к прогнозированию валового выпуска в регионе, который учитывает специфику региона, основные виды экономической деятельности предприятий на его территории с помощью множественного регрессионного анализа по методу наименьших квадратов, определяет с помощью параметров производственной функции Кобба — Дугласа приоритетные направления экономической деятельности предприятий и моделирует на их основе прогноз динамики валового выпуска. Приоритетными направлениями экономической деятельности предприятий в региональной территориальной системе согласно данному подходу признаются те сферы, в которых привлечение капитала и трудовых ресурсов формирует возрастающий эффект от масштаба (когда сумма коэффициентов регрессии в производственной функции Кобба — Дугласа превышает единицу). Предложенный автором подход был реализован при прогнозировании валового выпуска Челябинской области до 2020 года. В результате исследования были выявлены основные виды экономической деятельности, которые формируют значительную часть валового выпуска в регионе (обрабатывающая промышленность, торговля и производство электроэнергии, газа, воды), и приоритетные,*

---

<sup>1</sup> Работа подготовлена при финансовой поддержке гранта РГНФ №15–02–00587 «Совершенствование государственной инвестиционной политики на основе моделирования региональных мультипликативных эффектов».

формирующие дополнительный эффект в динамике валового выпуска (обрабатывающая промышленность, розничная и оптовая торговля, сельское и лесное хозяйство, гостиничный и ресторанный бизнес). В результате проведения регрессионного анализа была разработана прогнозная модель, которая позволила установить влияние данных направлений экономической деятельности предприятий на валовой выпуск в регионе и сформировать инерционный прогноз его динамики до 2020 года с учетом сохранения текущих темпов его прироста. Сравнение данного сценария с прогнозом валового выпуска по основным видам экономической деятельности предприятий в регионе показало, что развитие обрабатывающей промышленности, сельского и лесного хозяйства, сферы гостиничного и ресторанного бизнеса обеспечит дополнительный рост валового выпуска в Челябинской области в 2019 году на 33 млрд руб. и в 2020 году — на 51 млрд руб.

**Ключевые слова:** производственная функция Кобба — Дугласа, прогнозирование валового выпуска, региональная система

### Методические подходы к прогнозированию валового выпуска в региональных системах

В современных условиях неопределенности развития социально-экономических процессов в территориальных системах различного уровня значительно повышается роль прогнозирования приоритетных направлений экономической деятельности предприятий, финансирование которых будет способствовать формированию мультипликативного эффекта, который даст толчок для развития не только приоритетных направлений, но и всей экономики в целом. Проблема поиска таких направлений является центральной для органов власти территориальных систем различного уровня из-за обостряющейся проблемы дефицита финансовых ресурсов. В связи с этим повышается актуальность формирования модели, прогнозирующей валовой выпуск в территориальной системе, то есть совокупную стоимость всех произведенных товаров и услуг в результате хозяйственной деятельности субъектов на территории, в зависимости от прогнозируемых данной моделью приоритетных направлений экономического развития. Формированию такой модели и посвящена данная работа.

В экономической литературе существует несколько методических подходов к прогнозированию валового выпуска в территориальной системе: метод экстраполяции, построения производственной функции (модель Кобба — Дугласа); формирование балансовой модели (с помощью таблицы «затраты — выпуск»), модель ARIMA (подход Бокса — Дженкинса); метод формирования регрессионной модели; метод анализа с помощью сбалансированной системы показателей и др. Рассмотрим основные преимущества и недостатки данных методов, возможности их применения при формировании прогнозной модели валового выпуска в региональной системе, учитывающей приоритетные направления экономической

деятельности предприятий. Представленный в таблице 1 обзор методов прогнозирования валового выпуска региональной системы показал, что каждый метод имеет свои недостатки и ограничения в использовании.

Так, метод прогнозной экстраполяции может использоваться только при наличии устойчивой тенденции на протяжении всего анализируемого периода, он основывается на тенденциях прошлого и никак не учитывает возможное изменение таких тенденций в будущем. Метод экспоненциального сглаживания, наоборот, учитывает зарождающиеся в последние периоды наблюдений перемены установившихся тенденций, но, как и метод экстраполяции, плохо сглаживает наблюдаемые сезонные колебания прогнозируемого показателя и не учитывает влияние внешних и внутренних факторов. Метод построения ARIMA модели достаточно точно имитирует сезонные колебания показателя и учитывает их при формировании прогноза, однако для его реализации требуется большой массив статистических данных, который зачастую недоступен исследователю при прогнозировании валового выпуска региональной системы. Важным ограничением в использовании методов экстраполяции, экспоненциального сглаживания и ARIMA моделей при прогнозировании валового выпуска является невозможность формирования долгосрочного прогноза. Метод построения системы регрессионных уравнений на основе МНК в отличие от данных методов позволяет вскрыть зависимость динамики валового выпуска в региональной системе от внешних и внутренних факторов и сформировать на их основе долгосрочный прогноз. Однако заложенный в его основу линейный алгоритм моделирования может снизить точность и достоверность прогноза валового выпуска из-за нелинейной сущности динамики развития экономических процессов.

## Методы прогнозирования валового выпуска в региональной системе, возможности их применения и недостатки

Характеристика метода	Возможности применения метода	Недостатки
<p>Данный метод прогнозирования предполагает перенесение выявленных в результате исследования тенденций и закономерностей в прошлом на будущее развитие объекта прогнозирования.</p> <p>Этот метод прогнозирования использовали Е. А. Юркова, И. Ю. Павлова, А. А. Езовских, К. В. Храмина, Д. М. Нигматулина и др.</p>	<p><i>Метод прогнозной экстраполяции</i></p> <p>Является наиболее простым инструментом прогнозирования валового выпуска в регионе, не требует от исследователя специальных знаний и навыков в области математического анализа. Позволяет сформировать точный прогноз изменения исследуемого показателя на краткосрочную перспективу, однако для его применения должна использоваться база статистических данных, превышающая срок прогнозирования в три раза</p>	<p>Данный метод может использоваться для прогнозирования валового выпуска только при наличии устойчивой динамики показателя на протяжении всего анализируемого периода, наблюдаемые в динамике исследуемого показателя всплески негативно отражаются на точности формируемого прогноза.</p> <p>Основывается на тенденциях прошлого и никак не учитывает возможные изменения таких тенденций в будущем.</p> <p>Метод экстраполяции не может оценить влияние факторов окружающей среды на прогнозируемый показатель, поэтому не может использоваться для выявления приоритетных направлений экономического развития региона</p>
<p>Данный метод прогнозирования валового выпуска отличается от метода экстраполяции тем, что в основе формируемой им модели временного тренда лежит сложившаяся к моменту последнего наблюдения тенденция. Выравнивание каждого наблюдения производится с помощью значений предыдущих уровней с определенным весом, который снижается со временем.</p> <p>Этот метод прогнозирования использовали: Э. Б. Ершов, И. С. Новикова, Г. О. Куранов, А. А. Широ, А. А. Янтовский и др.</p>	<p><i>Метод экспоненциального сглаживания</i></p> <p>Метод экспоненциального сглаживания в отличие от экстраполяции при прогнозировании валового выпуска учитывает колебания в динамике исследуемого показателя.</p> <p>Благодаря использованию больших весов для наблюдений последних периодов данный метод позволяет сформировать тенденцию, а не наблюдаемый средний уровень динамики валового выпуска.</p> <p>Как и метод экстраполяции, экспоненциальное сглаживание приводит к хорошим результатам при формировании краткосрочных прогнозов</p>	<p>При прогнозировании валового выпуска и других экономических показателей с использованием экспоненциального сглаживания существенной проблемой является выбор параметра сглаживания <math>\alpha</math>, который колеблется от нуля до единицы, начальных условий и значения параметра сглаживания. Данные параметры задают исследователю, и от их уровня зависит точность прогноза.</p> <p>Средневзвешенный показатель, на основе которого происходит экспоненциальное сглаживание, не учитывает сезонные колебания.</p> <p>Как и метод экстраполяции, экспоненциальное сглаживание не учитывает влияние внешних и внутренних факторов на изменение прогнозируемого показателя</p>
<p><i>Формирование системы регрессионных уравнений на основе метода наименьших квадратов</i></p> <p>Данный метод позволяет на основе статистических данных формировать экономико-математические зависимости между валовым выпуском и различными факторами, его формирующими. Такой</p>	<p><i>Формирование системы регрессионных уравнений на основе метода наименьших квадратов</i></p> <p>Заложенные в основу такого прогноза зависимости позволяют при наличии достаточного количества наблюдений точно прогнозировать динамику изменения валового выпуска региональной</p>	<p>Необходимость анализа множества различных факторов и отбора наиболее существенных повышает трудность формирования регрессионной модели.</p> <p>Невозможность своевременного выявления и учета</p>

Характеристика метода	Возможности применения метода	Недостатки
<p>подход использовался многими российскими исследователями при прогнозировании валового выпуска: Р. М. Нижегородцевым, А. Н. Петровым, Н. И. Горидько, Т. П. Селиверстовой, С. И. Селиверстовым, П. И. Кузьминым, С. В. Шаповаловой, О. В. Скотаренко, В. О. Саловым, Г. В. Бакушевой и др.</p>	<p>системы в будущем. Главным преимуществом метода является возможность учета влияния на динамику прогнозируемого показателя внешних и внутренних факторов окружающей среды, что позволяет более точно прогнозировать динамику исследуемого показателя при их изменении в будущем</p>	<p>в регрессионной модели факторов, влияние на валовой выпуск которых только начинает проявляться. В результате использования метода наименьших квадратов, линейного в своей сущности, возрастает вероятность построения недостоверной модели с большой погрешностью</p>
<i>Метод прогнозирования с помощью производственной функции Кобба — Дугласа</i>		
<p>В основе данного метода лежит формирование нелинейной регрессионной модели зависимости объема производства (<math>Q</math>) от создающих его факторов: труда (<math>L</math>) и капитала (<math>K</math>) с использованием метода наименьших квадратов. Производственная функция была впервые применена в 20-х годах XX в. Ч. Коббом и П. Дугласом для изучения связей между общим объемом национального дохода и двумя важнейшими факторами производства — рабочей силой (затраты на труд) и основными производственными фондами (капитальные вложения) [4, с. 122]. На региональном уровне данную модель использовали для прогнозирования ВРП Г. Б. Клейнер, С. В. Баранов, Т. П. Скуфьина, Г. В. Бакушева, И. А. Масюто, Г. Г. Аралбаева, М. И. Гребнев, Е. А. Гафарова, В. А. Бессонов, С. В. Цухло и др.</p> <p>Формируемые ими модели отличались набором показателей для исследования капиталовложений (<math>K</math>) и трудовых затрат (<math>L</math>). Так, к примеру, при построении производственной функции для экономики Оренбургской области И. А. Масюто и Г. Г. Аралбаева в качестве капитальных вложений рассматривали объем производственного капитала, а в качестве трудовых затрат — производительность труда [6]. С. В. Баранов С. В. и Т. П. Скуфьина при построении производственной функции использовали такие показатели, как стоимость</p>	<p>Главным достоинством модели является формируемая в результате регрессионного анализа нелинейная зависимость валового выпуска региональной системы от производственных факторов. Линейные регрессионные модели не учитывают колебания в динамике включаемых в модель показателей, поэтому зачастую либо искажают смысл моделируемых экономических процессов, либо формируют не совсем точные модели. Модель производственной функции Кобба — Дугласа в отличие от линейной производственной функции В. Леонтьева, которая характеризуется постоянными пропорциями потребления факторов и невозможностью замещения одного фактора другими (эластичность продукта по капиталу и труду для модели Леонтьева всегда равна единице в области, лимитируемой рассматриваемым фактором, и равна нулю в области, лимитируемой дополнительным фактором), является более гибкой и допускает замещение факторов. Вместе с тем данная возможность является до сих пор основой для критики функции Кобба — Дугласа. Модель производственной функции Кобба — Дугласа в отличие от линейных регрессионных моделей может использоваться для формирования среднесрочных и долгосрочных прогнозов. Методологические основы производственной</p>	<p>Метод прогнозирования с помощью производственной функции Кобба — Дугласа учитывает при моделировании выпуска на территории только два фактора, что слишком упрощает понимание сущности моделируемого показателя и ставит под сомнение возможность достижения в будущем спрогнозированных значений данного показателя. Вместе с тем необходимо отметить, что методология данного метода развивается и формируются прогнозные модели с использованием и других факторов, например, объема сырья и материалов для производства; расходов, связанных с использованием, ремонтом машин и оборудования, амортизацией; расходами, связанными с расширением производства, строительством новых зданий и сооружений, транспортными сообщениями, линией связи и т. д. К недостаткам функции можно отнести предположения о полной взаимозаменяемости ресурсов, постоянстве структуры капитала с ростом выпуска, постоянстве эффективности производства. Другим недостатком функции Кобба — Дугласа является равенство эластичности замещения ресурсов единице (сумма показателей степени <math>\alpha + \beta</math> должна быть равна единице). В этом случае производственная функция является линейно однородной, она демонстрирует постоянную отдачу при изменении масштабов производства. Вместе с тем производственная функция Кобба — Дугласа позволяет выявить эффекты от масштаба производства: возрастающий, когда <math>\alpha + \beta &gt; 1</math>,</p>

*Продолжение табл. на след. стр.*

Характеристика метода	Возможности применения метода	Недостатки
<p>основных фондов отраслей экономики региона и среднегодная численность занятых в экономике [1]. М. И. Гребнев при моделировании производственной функции для экономики Пермского края вместо капитальных вложений использовал объем инвестиций, а в качестве трудозаграт — среднесемесный уровень фонда оплаты труда в ценах 1998 года [4]. Е. А. Гафарова при моделировании ВРП Республики Башкортостан обосновала необходимость использования традиционного подхода Кобба — Дугласа, в качестве фактора <math>K</math> рассматривала стоимость основных фондов, а фактора <math>L</math> — среднегодную численность занятых в экономике [3]</p>	<p>функции Кобба — Дугласа использовались Р. Солоу для формирования модели экономического роста, отражающей прирост объема производства под влиянием научно-технического прогресса. Производственные функции Я. Линдбергена, А. И. Анчишкина также были основаны на методологических принципах функции Кобба — Дугласа. Простота ее использования, нелинейность, несмотря на имеющиеся недостатки, позволяет использовать данную производственную функцию для прогнозирования тех направлений экономического развития, привлечение дополнительного капитала и трудовых ресурсов в которых обеспечит возрастающий эффект масштаба валового выпуска</p>	<p>и убывающий, когда <math>\alpha + \beta &lt; 1</math>. Нарушение пропорции между трудом и капиталом приводит к отклонению от оптимального объема выпуска, к неэффективности производственной деятельности на территории. Данный недостаток метода формируется в результате изменения предельной производительности факторов (привлечение в производство дополнительного капитала и использование труда приводит к тому, что увеличивается предельная производительность труда и снижается предельная производительность возросшего объема капитала; привлечение дополнительных трудовых ресурсов снижает его предельную производительность и повышает предельную производительность капитала)</p>
<p><i>Методический подход Бокса —</i> Метод формирования ARIMA модели предполагает глубокое исследование сезонных колебаний временных рядов и формирование прогнозной модели исследуемого показателя с помощью интегрированной функции скользящего среднего [2]. Данный метод прогнозирования основывается на идентификации наиболее подходящего типа модели для описания экономического процесса, при формировании пробной модели, оценке статистической значимости ее параметров, диагностической проверке модели, формировании альтернативной модели в случае выявления противоречий в построенной модели. Данный метод прогнозирования валового выпуска использовали в своих трудах Н. Г. Григорьева, С. А. Черногорский, К. В. Швецов, М. В. Чистов., И. Л. Литвиненко и др.</p>	<p><i>Дженкинса по формированию Auto regressive Integrated Moving-Average (ARIMA) модели</i> Метод прогнозирования с помощью ARIMA модели достаточно точно имитирует поведение временных рядов самых различных типов, включая среднесрочные всплески и падения экономических показателей. В отличие от метода экстраполяции и экспоненциального сглаживания он учитывает резкие отклонения в динамике временного ряда и сглаживает их. К преимуществам данного метода прогнозирования можно отнести то, что формируемые модели имеют строгое математико-статистическое обоснование, что делает их наиболее научно обоснованными из всего множества моделей для прогнозирования тенденций во временных рядах. Данный метод может использоваться для прогнозирования валового выпуска региональной системы, но у него есть три главных ограничения: необходимость большого массива статистических данных для моделирования, сложность учета и прогнозирования факторов, оказывающих</p>	<p>Для того, чтобы такой метод приводил к хорошим результатам, необходим достаточно большой объем исходных статистических данных, более 40 наблюдений. Статистические данные должны позволять исследовать во временном ряду, чтобы правильно сформировать ARIMA модель. Статистические данные для прогнозирования валового выпуска региональных территориальных систем не позволяют выявить сезонность, поскольку публикуются Государственным комитетом статистики раз в квартал. Данный метод искажает результаты моделирования при формировании долгосрочного прогноза. При формировании прогноза данный метод, как и экстраполяция и экспоненциальное сглаживание, не учитывают влияние факторов на прогнозируемый показатель</p>

Характеристика метода	Возможности применения метода	Недостатки
<p data-bbox="258 1430 289 1611"><i>Формирование равновесных моделей с помощью метода межотраслевого баланса (МОБ)</i></p> <p data-bbox="297 1430 1350 2028">Данный метод позволяет сформировать экономико-математическую модель территориальной экономической системы, отражающую взаимосвязи и пропорции в отраслевой структуре, использование которых позволит прогнозировать ее возможные изменения и регулировать возникающие диспропорции, принимать своевременные, обоснованные управленческие решения для оптимизации отраслевой структуры и повышения валового выпуска. В основе метода формирования равновесных моделей развития социально-экономических систем лежит методология построения модели межотраслевого баланса (МОБ), который отражает взаимосвязи между выпуском продукции в одной отрасли и затратами и потреблением товаров всех отраслей, задействованных в производстве этой продукции. Теоретическим фундаментом модели межотраслевого баланса стали работы Д. Кейнса, А. Боули, К. Кларка, С. Кузнеця, Дж. Стемпа, Дюмонтье, Фроман, Гаванье, занимавшихся проблемами вычисления национального дохода. Принципы построения МОБ, таблицы, характеризующие межотраслевые производственные связи, впервые были использованы П. И. Поповым для формирования баланса народного хозяйства за 1923–1924 гг. Исследования в области формирования МОБ продолжались В. В. Леонтьевым при формировании модели «затраты — выпуск» [5]. При исследовании процесса воспроизводства, межотраслевых связей им активно использовался аппарат линейного моделирования. Он позволил ученому сформировать в табличной форме структуру валового национального продукта, отразить взаимосвязи в сфере</p>	<p data-bbox="186 843 258 1430">влияние на валовой выпуск, и краткосрочность формирования прогноза</p> <p data-bbox="258 843 1350 1430">Достоинством метода МОБ является взаимосвязанность всех показателей в модели. Он позволяет анализировать и выявлять основные тенденции экономического развития как в целом всей региональной системы, так и ее отдельных отраслей. Позволяет анализировать и прогнозировать воспроизводственные процессы в экономике в детальном отраслевом разрезе, эффективность использования факторов производства для экономического развития. Данный метод наилучшим образом подходит для прогнозирования приоритетных направлений экономического развития территории, поскольку позволяет проводить наиболее качественный анализ состояния отраслей экономики, прогноз динамики их изменения в будущем и выработку наиболее эффективных мер по их дальнейшему развитию. В результате использования при моделировании межотраслевого баланса коэффициентов прямых затрат данный метод позволяет прогнозировать развитие отраслей системно с учетом места и веса каждой отрасли</p>	<p data-bbox="186 194 1350 843">Заложенные в основу метода межотраслевого баланса линейные функциональные зависимости не учитывают цикличность и нелинейность развития экономических процессов. Использование при формировании матрицы «затраты — выпуск» коэффициентов полных затрат, с одной стороны, позволяет системно оценить вклад каждой отрасли в развитие экономики, что является преимуществом данного метода, но, с другой стороны, серьезно усложняет процесс сбора и обработки статистической информации, повышает трудоемкость формирования балансовой модели. Процесс формирования государственными органами статистики РФ статистических данных по матрице «затраты — выпуск» производится с периодичностью 5 лет, что не позволяет проанализировать и спрогнозировать динамику развития отражаемых в ней отраслей [10, с. 931]. В формируемых государственными органами статистики РФ данных по матрице «затраты — выпуск» отражен только макроэкономический уровень, статистические данные по региональным системам не формируются, что усложняет процесс использования метода межотраслевого баланса при прогнозировании валового выпуска в регионах. Статистические данные, используемые для построения такой модели, имеют значительные погрешности и не позволяют достоверно исследовать и прогнозировать развитие отраслей и валового выпуска в целом. Ошибки и погрешности в статистических данных исправляются органами государственной статистики, но с существенным запозданием, что снижает объективность и точность формируемого прогноза</p>

Окончание табл. на след. стр.

Характеристика метода	Возможности применения метода	Недостатки
<p>его производства, распределения, обмена и потребления, особенности создания конечного общественного продукта, отразить материальные потоки в национальном хозяйстве, экспортно-импортные связи. Сформированная им модель МОБ позволяла спрогнозировать выпуск конечного продукта и найти необходимые для его производства объемы валовой продукции по отраслям. Такая модель могла бы успешно использоваться и сейчас для прогнозирования валового выпуска в территориальной системе любого уровня, однако заложены в ее основу линейные функциональные зависимости не учитывают цикличность и нелинейность развития экономических процессов. Из современных исследователей, использующих методологию межотраслевого баланса при моделировании социально-экономических процессов, необходимо отметить академика РАН В. Л. Макарова, который в 1997 году создал первую в России балансовую CGE модель — RUSEC, отражающую влияние различных отраслей экономики, сектора науки и образования, инноваций на динамику ВВП и индекса потребительских цен в России. Проектированием балансовых моделей российской экономики занимались также Л. И. Абалкин, В. И. Полтерович, Д. С. Львов</p>		

Производственная функция Кобба — Дугласа, наоборот, формируя нелинейную прогнозную модель валового выпуска, позволяет более точно отразить динамику исследуемого экономического показателя. Однако ограниченное количество лежащих в ее основе факторов упрощает понимание сущности моделируемого показателя и ставит под сомнение возможность достижения в будущем спрогнозированных значений данного показателя. Тем не менее, считаем данный метод оптимальным для прогнозирования приоритетных направлений экономической деятельности в региональной территориальной системе, поскольку он позволяет выявить возрастающий эффект от масштаба производства в отраслях, в которых в результате регрессионного анализа сумма коэффициентов регрессии при факторах производства превысила единицу.

Использование метода формирования межотраслевого баланса при прогнозировании валового выпуска региональной системы позволило бы получить более точные и научно обоснованные результаты, однако отсутствие статистических данных по таблице «затраты — выпуск» на региональном уровне позволяет использовать данный метод только на макроэкономическом уровне. В настоящее время региональные таблицы «затраты — выпуск» разрабатываются только в отдельных регионах [11; с. 111]. Так, например, известны работы Р.А. Саяповой, А.Р. Абдрашитовой, Р.И. Нигматуллина, Л.И. Мазитовой по формированию межотраслевого баланса на основе региональных таблиц «затраты — выпуск» для Республики Башкортостан и труды Л.Н. Михеевой, Л.И. Власюк, Ю.К. Машунина и И.А. Машунина и других авторов — по регионам Дальнего Востока.

Поскольку объектом наших исследований является Челябинская область и официальные данные, которые могли бы быть использованы для формирования прогнозной модели с помощью метода межотраслевого баланса, отсутствуют, то при прогнозировании валового выпуска считаем необходимым использование комплекса методов моделирования данного показателя на основе временных рядов, включающего:

— метод регрессионного моделирования валового выпуска для выявления основных направлений экономической деятельности предприятий в региональной системе;

— метод моделирования производственной функции Кобба — Дугласа для поиска приоритетных направлений экономической деятель-

ности предприятий в региональной системе, которые обеспечат возрастающий эффект от масштаба для динамики валового выпуска;

— метод экспоненциального сглаживания для формирования прогноза динамики развития факторов, используемых в модели Кобба — Дугласа.

Использование данных методов в комплексе позволит, установив взаимосвязь между валовым выпуском в региональной системе и выпуском по основным и приоритетным направлениям экономической деятельности, сформировать инерционный прогноз динамики валового выпуска, предполагающий сохранение выявленных тенденций, и его альтернативный вариант, который может реализоваться при развитии приоритетных направлений.

При прогнозировании валового выпуска в региональной системе предлагаем использовать методический подход, включающий следующие этапы:

1. Исследование основных направлений экономической деятельности предприятий в региональной системе с помощью множественного регрессионного анализа по методу наименьших квадратов. В результате использования метода поэтапного удаления факторов в регрессионной модели будут отражены те направления экономической деятельности в регионе, которые формируют значительную часть валового выпуска.

2. Выявление приоритетных направлений экономической деятельности предприятий в региональной системе, обеспечивающих наибольший возрастающий эффект от масштаба для валового выпуска, с помощью формирования производственной функции Кобба — Дугласа по всем видам экономической деятельности предприятий в целом и по каждому в отдельности. Возрастающий эффект от масштаба, согласно теории производственной функции Кобба — Дугласа, формируется при превышении суммы коэффициентов регрессии при факторах в модели значения «1». Приоритетными направлениями экономической деятельности предприятий в региональной системе будут признаны те виды экономической деятельности предприятий, при которых эффект от масштаба будет превышать средний по всем видам экономической деятельности [9, с. 124].

3. Прогнозирование динамики развития факторов в производственной функции Кобба — Дугласа (основного капитала и среднегодовой численности занятых в экономике) по всем видам экономической деятельности предприя-

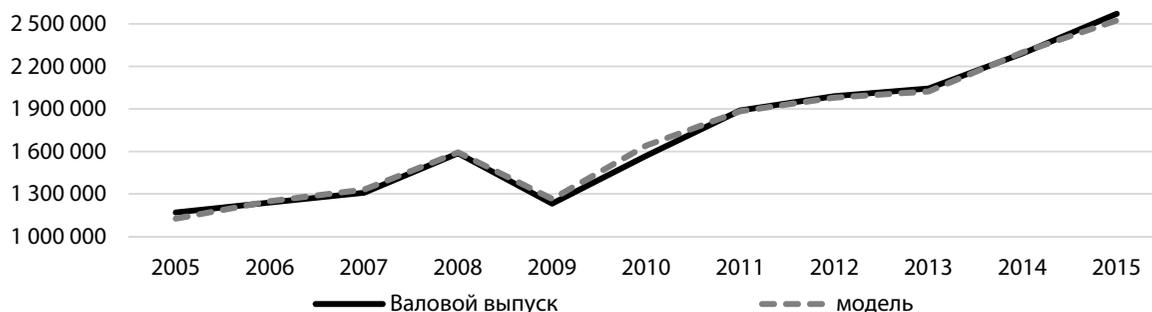


Рис. 1. Динамика реального и смоделированного валового выпуска в Челябинской области за 2005–2015 гг., млн руб.

тий на период 5–7 лет с помощью метода экспоненциального сглаживания. Использование данного метода позволит сформировать прогноз динамики развития факторов в будущем с учетом сохранения текущих тенденций. Это необходимо для формирования инерционного прогноза динамики валового выпуска по основным и приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий в регионе.

4. Формирование инерционного прогноза динамики валового выпуска по основным направлениям экономической деятельности предприятий, выявленных на первом этапе в отдельности, и инерционного прогноза валового выпуска региональной системы в целом с учетом данных направлений. Методические основы формирования инерционных прогнозов раскрыты более подробно в других наших работах [7, 8].

5. Формирование альтернативного инерционного прогноза динамики валового выпуска по каждому приоритетному направлению экономической деятельности в региональной системе и валового выпуска региональной системы в целом по приоритетным направлениям. Определение по сформированной на первом этапе регрессионной модели значений валового выпуска, достижение которых возможно при реализации пессимистичного и оптимистичного сценариев.

6. Сравнение инерционных прогнозов динамики валового выпуска в региональной системе с учетом основных и приоритетных направлений экономической деятельности предприятий, а также возможных значений валового выпуска в рамках пессимистичного и оптимистичного сценариев по данным прогнозам.

7. Проверка адекватности построенного прогноза путем сопоставления его результатов с прогнозами, выполненными в ходе разработки стратегии социально-экономического развития территориальной системы.

Таблица 2

Результаты анализа достоверности построенной модели

Множественный $R$		0,99	
$R$ -квадрат		0,99	
Значимость $F$		1,1 E-12	
Durbin-Watson statistic		1,6	
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	$P$ -Значение
$x_1$	0,889581281	0,142744804	0,000250562
$x_2$	5,249968659	1,044935833	0,001021514
$x_3$	3,072320854	0,836364452	0,006278402

Предложенный методический подход был использован нами для прогнозирования валового выпуска Челябинской области до 2020 года. В результате множественного регрессионного анализа по методу наименьших квадратов, а также поэтапного удаления мультиколлинеарности, была сформирована модель со статистически значимыми параметрами и незначительными остатками (табл. 2; рис. 1).

В результате моделирования мы пришли к выводу, что валовой выпуск в Челябинской области зависит от развития обрабатывающих производств, производства и распределения электроэнергии, газа и воды, а также развития торговли:

$$V = 0,89 \times x_1 + 5,25 \times x_2 + 3,07 \times x_3,$$

где  $V$  — валовой выпуск в Челябинской области, млн руб.;  $x_1$  — валовой выпуск предприятий обрабатывающих производств, млн руб.;  $x_2$  — валовой выпуск предприятий в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды», млн руб.;  $x_3$  — валовой выпуск в оптовой и розничной торговле, млн руб.

Данные направления формируют значительную часть валового выпуска региона. Другие направления экономической деятельности предприятий в ходе исследования были исключены из модели из-за наличия сильной

Таблица 3

**Производственные функции Кобба — Дугласа и значения возрастающего эффекта от масштаба для валового выпуска**

Направление экономической деятельности предприятий	Производственная функция	Размер возрастающего эффекта от масштаба
Оптовая и розничная торговля	$X_3 = K \wedge 0,289 \times L \wedge 1,609$	1,898
Обрабатывающие производства	$X_1 = K \wedge 0,658 \times L \wedge 0,873$	1,531
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	$X_4 = K \wedge 0,717 \times L \wedge 0,691$	1,408
Гостиницы и рестораны	$X_5 = K \wedge 0,885 \times L \wedge 0,421$	1,306
Транспорт и связь	$X_6 = K \wedge 0,693 \times L \wedge 0,553$	1,246
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	$X_2 = K \wedge 0,847 \times L \wedge 0,324$	1,171
Добыча полезных ископаемых	$X_7 = K \wedge 0,906 \times L \wedge 0,19$	1,096
По всем направлениям в целом	$V = K \wedge 0,736 \times L \wedge 0,511$	1,247

мультиколлинеарности. Исследование показало, что между валовым выпуском региона и выпуском в отраслях обрабатывающих производств, производства электроэнергии, газа и воды, а также торговли, наблюдается тесная, почти функциональная связь ( $R = 0,99$ ). Сильную зависимость между анализируемыми переменными показала также проверка нулевой гипотезы незначимости коэффициентов регрессии, а также оценка стандартных ошибок. В модели отсутствует автокорреляция остатков, что подтверждается коэффициентом Durbin — Watson (1, 6), который лежит в пределах допустимых границ. Достоверность построенной модели подтверждает и динамика реального и смоделированного валового выпуска в Челябинской области, изображенная на рисунке 1. Кривая смоделированного валового выпуска практически совпадает с динамикой исходных данных. Таким образом, основными направлениями экономической деятельности предприятий на территории Челябинской области являются обрабатывающее производство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, а также торговля. На втором этапе представленного методического подхода к прогнозированию валового выпуска в региональной системе для выявления приоритетных направлений экономической деятельности предприятий были сформированы производственные функции Кобба — Дугласа по всем видам экономической деятельности в целом и по каждому в отдельности. В результате исследования были получены следующие модели (табл. 3).

Во всех построенных моделях наблюдается возрастающая отдача от вложений в основной капитал и трудовые ресурсы, что позволяет сделать вывод о наличии возрастающего эф-

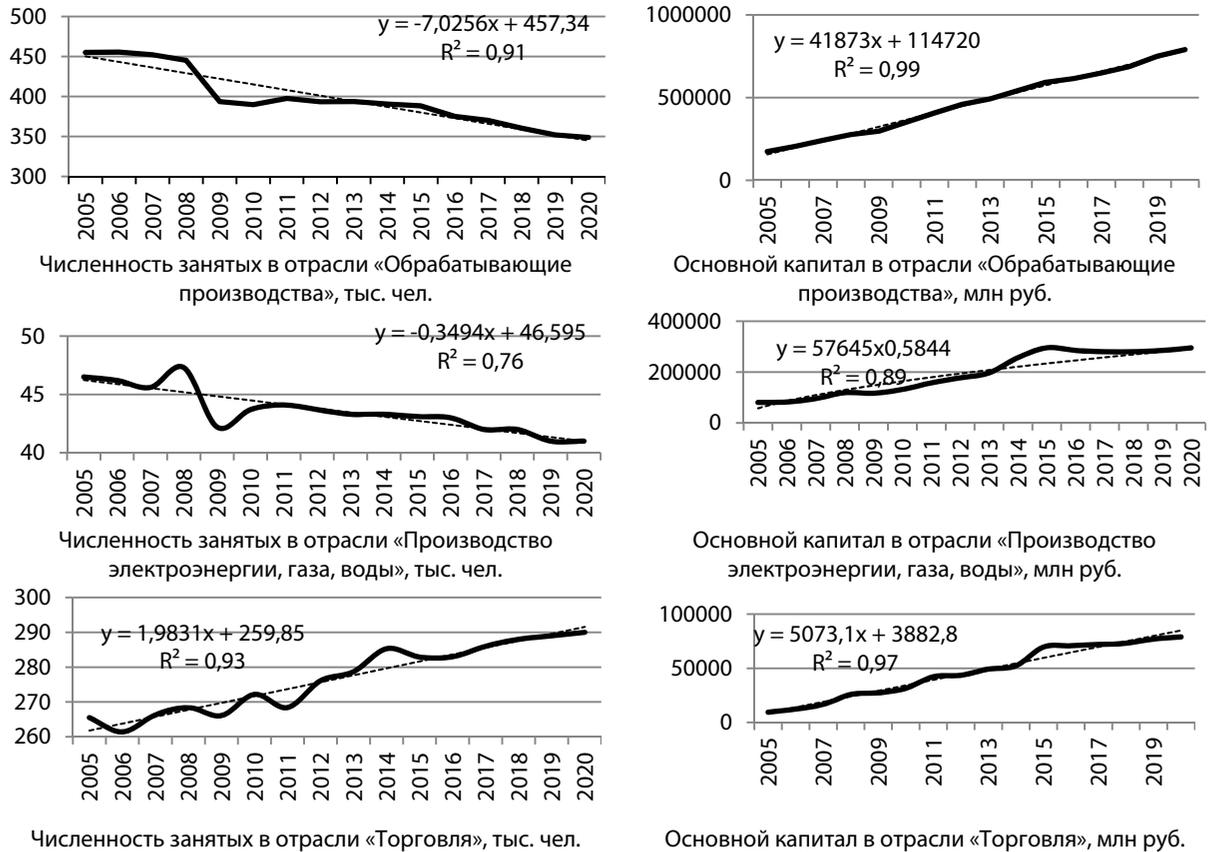
фекта от масштаба для валового выпуска по всем направлениям экономического развития в Челябинской области. При этом наибольший эффект возникает в отрасли «оптовая и розничная торговля» и наименьший — в отрасли «добыча полезных ископаемых». Для повышения валового выпуска предприятий в сфере торговли необходимо привлекать, прежде всего, трудовые ресурсы, дополнительные инвестиции не сильно повлияют на рост валового выпуска. В обрабатывающих отраслях привлечение дополнительного капитала, наоборот, существенно повысит размер валового выпуска.

В результате построения производственных функций Кобба — Дугласа по направлениям экономического развития мы пришли к выводу, что наибольший возрастающий эффект от масштаба (выше среднего по региону — 1,25) наблюдается по таким направлениям, как оптовая и розничная торговля (1,9), обрабатывающие производства (1,5), сельское и лесное хозяйство (1,4), гостиницы и рестораны (1,3). Необходимо отметить, что возрастающий эффект от масштаба по направлению «производство и распределение электроэнергии, газа и воды», основного направления экономического развития в регионе, оказался ниже, чем в целом по всем направлениям. Поэтому в качестве приоритетного данное направление нами рассматриваться не будет. В результате оценки достоверности разработанных моделей мы пришли к выводу, что построенные модели являются точными и пригодны для формирования прогноза (табл. 4).

Согласно полученным результатам тесная связь между капитальными вложениями, трудовыми затратами и валовым выпуском наблюдается во всех моделях, выполняются

## Результаты анализа достоверности производных функций

Обрабатывающие производства		$X1 = K \wedge 0,658 \times L \wedge 0,873$		
Множественный $R$	0,99			
$R$ -квадрат	0,99			
Стандартная ошибка	0,09			
Значимость $F$	2,29E-18			
Durbin — Watson	2,5			
Тестирование коэффициентов	$P$ -Знач.	Сред. значение	Нижняя граница	Верхняя граница
$K$	1,2E-06	0,658	0,527	0,788
$L$	5,4E-05	0,873	0,597	1,149
Производство электроэнергии, газа и воды		$X2 = K \wedge 0,847 \times L \wedge 0,324$		
Множественный $R$	0,99			
$R$ -квадрат	0,99			
Стандартная ошибка	0,08			
Значимость $F$	2,5 E-18			
Durbin — Watson	0,9			
Тестирование коэффициентов	$P$ -Знач.	Сред. значение	Нижняя граница	Верхняя граница
$K$	4,4 E-08	0,847	0,733	0,962
$L$	0,04	0,324	-0,034	0,682
Оптовая и розничная торговля		$X3 = K \wedge 0,289 \times L \wedge 1,609$		
Множественный $R$	0,99			
$R$ -квадрат	0,99			
Стандартная ошибка	0,09			
Значимость $F$	3,2 E-18			
Durbin — Watson	0,9			
Тестирование коэффициентов	$P$ -Знач.	Сред. значение	Нижняя граница	Верхняя граница
$K$	0,0002	0,289	0,178	0,399
$L$	2,5 E-08	1,609	1,405	1,813
Сельское и лесное хозяйство		$X4 = K \wedge 0,717 \times L \wedge 0,691$		
Множественный $R$	0,99			
$R$ -квадрат	0,99			
Стандартная ошибка	0,13			
Значимость $F$	1,28E-16			
Durbin — Watson	1,8			
Тестирование коэффициентов	$P$ -Знач.	Ср. значение	Нижняя граница	Верхняя граница
$K$	7,51E-06	0,717	0,539	0,894
$L$	0,004	0,691	0,282	1,099
Гостиницы и рестораны		$X5 = K \wedge 0,885 \times L \wedge 0,421$		
Множественный $R$	0,99			
$R$ -квадрат	0,99			
Стандартная ошибка	0,17			
Значимость $F$	3,48E-15			
Durbin — Watson	1,6			
Тестирование коэффициентов	$P$ -Знач.	Ср. значение	Нижняя граница	Верхняя граница
$K$	2,04E-05	0,88	0,637	1,132
$L$	0,02	0,42	-0,275	1,118



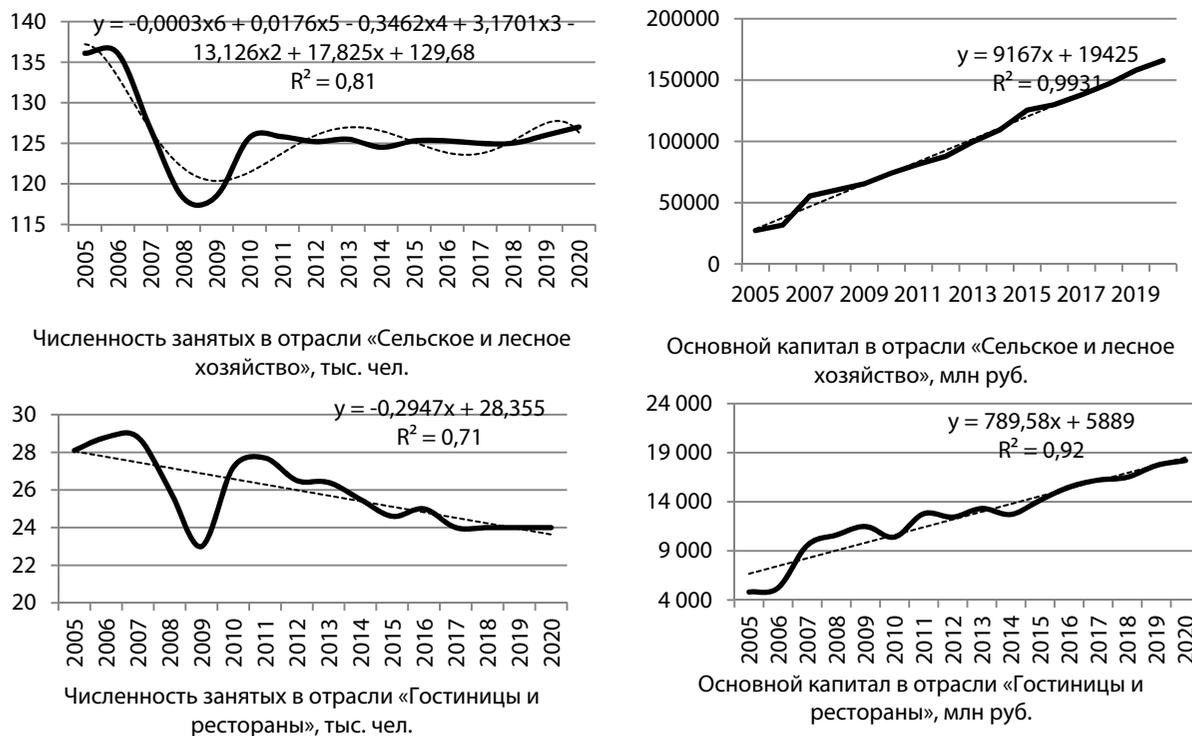
**Рис. 2.** Инерционный прогноз динамики основного капитала и среднегодовой численности занятых в Челябинской области до 2020 года по основным направлениям экономической деятельности предприятий

также условия достаточности данных для построения моделей, отклоняются нулевые гипотезы незначимости коэффициентов регрессии и детерминации. Графические изображения реальных и смоделированных значений валового выпуска по направлениям экономической деятельности предприятий также свидетельствуют о достаточной точности построенных моделей и пригодности их для дальнейшего прогнозирования. Используемый при построении производственных функций множественный регрессионный анализ позволил нам определить не только коэффициенты регрессии в уравнении, но и верхние и нижние границы их отклонения (табл. 4), то есть максимальные значения, которые могут принимать коэффициенты регрессии в модели при наилучшем и наихудшем сценарии.

На следующем этапе методического подхода к прогнозированию валового выпуска в региональной системе с помощью метода экспоненциального сглаживания была спрогнозирована инерционная динамика развития факторов в производственной функции Кобба — Дугласа (основного капитала и среднегодовой численности занятых в экономике)

по основным (рис. 2) и приоритетным (рис. 3) направлениям экономической деятельности предприятий на период 5–7 лет.

Сформированный инерционный прогноз предполагает сохранение отмеченных на протяжении периода 2005–2015 гг. текущих темпов динамики изменения инвестиций в основной капитал и численности занятых на предприятиях. Использование метода экспоненциального сглаживания позволило предположить возможный рост инвестиций в основной капитал к 2020 году по сравнению с 2015 годом в отрасли «обрабатывающие производства» на 33,3 %, «производство и распределение электроэнергии, газа и воды» — на 3,2 %, «розничная и оптовая торговля» — на 13 %, «сельское и лесное хозяйство» — на 32,2 %, «гостиницы и рестораны» — на 28,6 %. За исследуемый период с 2005 по 2015 гг. рост численности занятых наблюдался только в розничной и оптовой торговле, а по остальным направлениям экономической деятельности, кроме сельского и лесного хозяйства, численность занятых сокращалась. Поскольку обрабатывающие производства формируют значительный объем валового выпуска региона (рис. 4), то сниже-



**Рис. 3.** Инерционный прогноз динамики основного капитала и среднегодовой численности занятых в Челябинской области до 2020 года по приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий

ние численности занятых в них представляет серьезную угрозу для развития региона в будущем. Согласно сформированным производственным функциям Кобба — Дугласа (табл. 4) фактор трудовых ресурсов играет существенное значение в развитии обрабатывающих производств, оптовой и розничной торговли, сельского и лесного хозяйства. Для развития данных направлений экономической деятельности необходимо привлечение высококвалифицированных кадров. Определяющим фактором развития всех остальных отраслей экономики региона являются инвестиции в основной капитал. Наиболее зависимой от дополнительных инвестиций является отрасль обрабатывающих производств, поскольку коэффициент регрессии у фактора «основной капитал» в данном направлении экономической деятельности ниже, чем по другим. Для прогрессивного развития направления обрабатывающих производств необходимо не только решение проблемы обновления кадрового потенциала, но и привлечение дополнительных инвестиций в больших размерах, чем по другим направлениям экономической деятельности предприятий.

Спрогнозированная динамика изменения основного капитала и численности занятых по основным и приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий

позволила сформировать инерционный прогноз изменения валового выпуска по данным направлениям в Челябинской области до 2020 года (рис. 4).

Согласно представленным на рис. 4 результатам в случае сохранения отмеченных тенденций в динамике капитальных вложений и численности занятых возможен рост валового выпуска предприятий в обрабатывающих производствах на 10 % (на 114785 млн руб.), оптовой и розничной торговле — на 7,9 % (17532 млн руб.), производстве и распределении электроэнергии, газа, воды — на 10,5 % (13641 млн руб.), сельском и лесном хозяйстве — на 23,3 % (29584 млн руб.), гостиничном и ресторанном бизнесе — на 25,6 % (4290 млн руб.). По графику и результатам прогнозирования видно, что выявленные на втором этапе регрессионного моделирования приоритетные направления экономической деятельности предприятий обеспечат рост валового выпуска в большем размере, чем по основным направлениям (более 10 %).

На следующем этапе представленного методического подхода был проведен анализ влияния выявленных приоритетных направлений экономической деятельности предприятий на динамику валового выпуска в региональной системе. В результате анализа была сформирована регрессионная модель, отражающая



**Рис. 4.** Инерционный прогноз динамики валового выпуска по направлениям экономической деятельности предприятий в Челябинской области до 2020 года, млн руб.

зависимость валового выпуска в Челябинской области от выпуска в приоритетных направлениях экономической деятельности предприятий (табл. 5, рис. 5).

В результате моделирования мы пришли к выводу, что функциональная зависимость валового выпуска в Челябинской области от приоритетных направлений экономической дея-

тельности предприятий выглядит следующим образом:

$$V = 1,257 \times x_1 + 4,453 \times x_4 + 16,78 \times x_5,$$

где  $V$  – валовой выпуск в Челябинской области, млн руб.;  $x_1$  – валовой выпуск предприятий обрабатывающих производств, млн руб.;  $x_4$  – валовой выпуск предприятий в сельском и лесном хозяйстве, млн руб.;  $x_5$  – валовой выпуск в отрасли «гостиницы и рестораны», млн руб.

Сформированная модель, а также построенный прогноз динамики валового выпуска по приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий, показали, что в случае сохранения установившихся тенденций в динамике основного капитала и численности занятых валовой выпуск в Челябинской области может увеличиться к 2020 году по сравнению с 2015 годом на 15,1 % (348072 млн руб.). Прогнозная динамика валового выпуска по основным направлениям экономической деятельности предприятий по модели, сформированной на первом этапе представленного методического подхода (табл. 2; рис. 1), показала

Таблица 5  
Результаты анализа достоверности построенной модели

Множественный R	0,99		
R-квадрат	0,99		
Значимость F	4,38E-12		
Durbin — Watson statistic	1,3		
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	P-Значение
$X_1$	1,257	0,113	3,75E-06
$X_4$	4,453	1,115	0,004
$X_5$	16,78	7,7	0,061



**Рис. 5.** Динамика реального и смоделированного валового выпуска в Челябинской области по приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий за 2005–2015 гг., млн руб.



**Рис. 6.** Инерционный прогноз динамики валового выпуска по основным и приоритетным направлениям экономической деятельности предприятий в Челябинской области до 2020 года, млн руб.

более умеренный рост валового выпуска в регионе — на 5,8 % (рис. 6).

Таким образом, привлечение инвестиций и высококвалифицированных кадров для развития предприятий в приоритетных направлениях экономической деятельности (обрабатывающей промышленности, сельском и лесном хозяйстве, гостиничном и ресторанном бизнесе) позволит повысить валовой выпуск в регионе в 2019 г. на 32900 млн руб. и в 2020 г. на 50843 млн руб. больше, чем при развитии основных направлений — обрабатывающей промышленности, производства и распределения электроэнергии, газа, воды и торговли. Данный результат был обусловлен формированием возрастающего эффекта от масштаба, который наблюдался по всем производственным функциям Кобба — Дугласа (по приоритетным направлениям экономической деятельности). В результате сформированный инерционный прогноз валового выпуска по приоритетным направлениям показал более высокие темпы, чем по основным направлениям экономической деятельности предприятий (рис. 4, рис. 6).

Построенная прогнозная модель валового выпуска в региональной системе позволяет выявить приоритетные направления экономической деятельности предприятий, в данном случае это отрасли обрабатывающих производств, сельского и лесного хозяйства, гостиничного и ресторанного бизнеса. Данная модель в результате использования производственной функции Кобба — Дугласа прогнозирует динамику валового выпуска в приоритетных направлениях экономической деятельности предприятий в регионе и формирует на их основе инерционный прогноз валового выпуска в целом по региону. С этой позиции представленный методический подход к прогнозированию валового выпуска в региональной системе базируется на комплексном использовании трех методов: построения моделей на основе системы регрессионных уравнений, формирования производственной функции Кобба — Дугласа и метода экспоненциального сглаживания. Такое сочетание, по нашему мнению, позволяет наиболее точно прогнозировать динамику валового выпуска в региональных системах.

#### Список источников

1. Баранов С. В., Скуфьина Т. П. Моделирование производства валового регионального продукта в зоне Севера и несеверной части России // Вопросы статистики. — 2007. — № 2. — С. 57–62.
2. Бокс Дж., Дженкинс Т. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. — М.: Мир, 1974. — 242 с.
3. Гафарова Е. А. Моделирование регионального развития на основе производственных функций // Науковедение: Интернет-журнал. — 2013. — № 3 (16).
4. Гребнев М. И. Построение агрегированной производственной функции для экономики России // European Social Science Journal. — 2013. — No. 12 (Т. 1). — С. 438–445.
5. Леонтьев В. Экономические эссе. Теории исследования, факты и политика. — М.: Политиздат, 1990. — 415 с.
6. Масюто И. А., Аралбаева Г. Г. Оценка социально экономического потенциала Оренбургской области // Вестник ОГУ. — 2012. — № 13 (149). — С. 244–249.

7. *Наумов И. В.* Сценарный подход к стратегическому управлению финансовыми потоками региональной территориальной системы // Экономика. Налоги. Право. — 2015. — № 3. — С. 109–117.
8. *Наумов И. В.* Основные диспропорции движения финансовых потоков в региональных территориальных системах // Известия Уральского государственного экономического университета. — 2016. — № 5 (67). — С. 29–39.
9. *Радковская Е. В., Кочкина Е. М.* Эконометрика: учебное пособие. — Екатеринбург: Издательство УрГЭУ, 2013.
10. *Ризванова М. А.* Применение модели межотраслевого баланса В. Леонтьева в прогнозировании экономики // Вестник Башкирского университета. — 2015. — Т. 20. — № 3. — С. 927–932.
11. *Чистова М. В.* Методы и модели прогнозирования объемов валового регионального продукта // Вестник АГУ. — 2014. — № 1(138). — С. 105–114.